



Leza, Escriña
& Asociados S.A.
Consultores en Ingeniería
de Riesgos y Valuaciones

Perú 345 12º C
Buenos Aires
Argentina

www.lea.com.ar

info@lea.com.ar
tel: 4334.2514
(líneas rotativas)

Ingeniería e
inspección de riesgos

Programas
de prevención

Valuaciones

Ajustes y peritajes

Riesgos del trabajo

Control de daños
en automóviles

CIRCULAR 07.06

IGNIFUGACION: El comportamiento de las pinturas intumescentes sobre estructuras metálicas - Alternativas

1. Introducción

La elección de los materiales de edificación y los detalles constructivos tienen un papel importante en la seguridad contra incendios en edificios. Los aspectos estructurales en relación con el fuego buscan que la estructura tenga una capacidad de impedir la ignición y propagación de la llama a los espacios contiguos y evitar el colapso.

La presente circular tiene por finalidad exponer las diferencias que presentan las denominadas “**pinturas intumescentes**”, utilizadas para la ignifugación de estructuras metálicas, frente a otras alternativas de ignifugados (hormigón, morteros y otros) y su importancia en la denominada “**protección pasiva**”.

2. Tipos de estructuras portantes

En la construcción encontramos distintas calidades de estructuras:

- Hormigón armado “in situ”
- Hormigón premoldeado
- Estructuras de perfiles de acero
- Estructuras de madera
- Otras

Las estructuras portantes de acero (columnas, vigas, reticulares) son cada día más utilizadas en virtud de sus ventajas debido a la velocidad de construcción y menores costos. Frecuentemente son empleadas en ocupaciones industriales asociadas a procesos de alto riesgo de incendio y/o explosión como ser industrias plásticas, textiles, químicas y la industria del petróleo.

Su resistencia mecánica permite diseñar sistemas menos voluminosos y más livianos. Esta tendencia se ha incrementado en los últimos años a nivel mundial, inclusive en Argentina.



Leza, Escriña
& Asociados S.A.
Consultores en Ingeniería
de Riesgos y Valuaciones

Perú 345 12° C
Buenos Aires
Argentina

www.lea.com.ar

info@lea.com.ar
tel: 4334.2514
(líneas rotativas)

Ingeniería e
inspección de riesgos

Programas
de prevención

Valuaciones

Ajustes y peritajes

Riesgos del trabajo

Control de daños
en automóviles



Típicas estructuras metálicas presentes en las industrias química, petroquímica, petróleo/gas



Esfera almacenamiento de GLP (posee sus "patas" ignifugadas con cemento)



Torre edificio Diario La Nación de Buenos Aires (estructura metálica protegida por mortero liviano para fuego celulósico).



Estructuras metálicas portantes, en paredes y techos de un supermercado, carentes de igniugación

Como aspectos negativos mencionamos que, si bien el acero es incombustible, presenta escasa resistencia al calor de un incendio: son más vulnerables frente al fuego que las estructuras de hormigón armado. Al estar en contacto con un foco de calor los metales aumentan su temperatura rápidamente; simultáneamente el aumento de temperatura disminuye su resistencia.

Concretamente el acero estructural colapsa al alcanzar los 538 °C según ensayos realizados en base a la Norma NFPA 251. El siguiente cuadro expone comparativamente cual es la resistencia al fuego de pilares o columnas de acero, con y sin revestimientos protectores:

Resistencia al fuego de pilares de acero sin revestir y revestidos según NFPA					
Revestimiento	Espesor del revestimiento	Resistencia al fuego aproximada	Revestimiento	Espesor del revestimiento	Resistencia al fuego aproximada
Ninguno	-----	10 min	Bloque de yeso (3)	5 cm	5 h
Hormigón con grava (1)	5 cm	3 h 30 min	Fibra de amianto (4)	2,5 cm	2 h
Mortero de yeso (2)	5 cm	6 h 30 min	Fibra de amianto (5)	5 cm	4 h
Ladrillo común	11 cm	7 h	Bloques de cenizas volcánicas (6)	9,5 cm	7 h
Pinturas intumescentes	½" a 1½"	Hasta 90 min			



- (1) Hormigón con grava silícea composición 1:21/2:31/2
- (2) esados, mezclados con perlita o vermiculita
- (3) Tomado con grapas metálicas de 25 x 3 mm
- (4) Proyectada por aspersión con un agente aglutinante
- (5) Proyectada por aspersión sin agente aglutinante
- (6) Con adhesivo entre bloques

Leza, Escriña
& Asociados S.A.
Consultores en Ingeniería
de Riesgos y Valuaciones

Perú 345 12º C
Buenos Aires
Argentina

www.lea.com.ar

info@lea.com.ar
tel: 4334.2514
(líneas rotativas)

Ingeniería e
inspección de riesgos

Programas
de prevención

Valuaciones

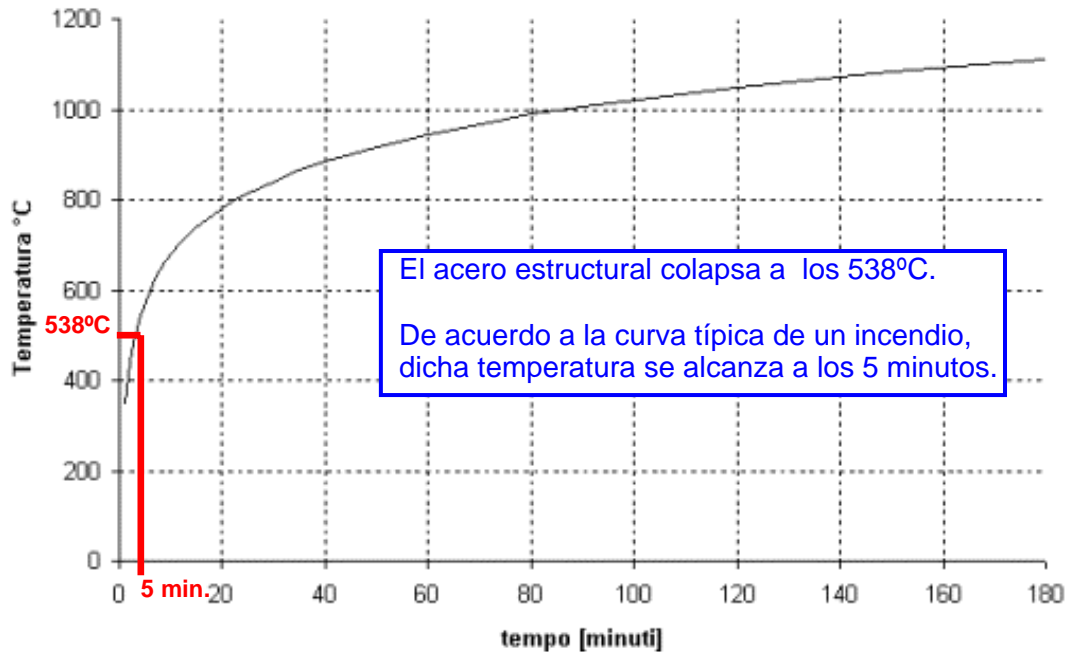
Ajustes y peritajes

Riesgos del trabajo

Control de daños
en automóviles

De acuerdo a la *curva normalizada temperatura-tiempo de un incendio*, la temperatura crítica del acero se alcanza aproximadamente a los cinco minutos y, debido a la buena conductividad del acero, los elementos *no protegidos* no tardan en alcanzarla, produciéndose rápidamente el riesgo de colapso. En la práctica, los colapsos se presentan entre los 10 y 15 minutos de iniciado el fuego del incendio.

CURVA NORMALIZADA (TEMPERATURA – TIEMPO) DE UN INCENDIO



Por esta razón los ensayos que se realizan para verificar la protección de las estructuras metálicas se basan en la medición del tiempo que el acero tarda en alcanzar los 538°C, de donde resulta el tiempo durante el cual la estructura mantiene su estabilidad o capacidad portante bajo la acción del fuego.

3. Un ejemplo claro de la importancia en la selección de los materiales



Analizando el caso del siniestro ocurrido en la torres del World Trade Center de New York se observa que, en la construcción de los edificios, se consideraron los códigos vigentes a la fecha para la protección contra fuego, mediante recubrimientos de las estructuras metálicas con productos cementíceos.

El diseño de las torres había previsto el impacto de un avión, pero no consideró un Boeing 767 a 500 millas por hora con su carga completa de combustible, sino un avión de menor porte y a velocidad de aterrizaje.



Leza, Escriña
& Asociados S.A.
Consultores en Ingeniería
de Riesgos y Valuaciones

Perú 345 12° C
Buenos Aires
Argentina

www.lea.com.ar

info@lea.com.ar
tel: 4334.2514
(líneas rotativas)

Ingeniería e
inspección de riesgos

Programas
de prevención

Valuaciones

Ajustes y peritajes

Riesgos del trabajo

Control de daños
en automóviles

La Torre 1 fue protegida con un espesor de $\frac{3}{4}$ " de producto cementíceo y colapsó a los 39 minutos; la Torre 2, revestida con un espesor de $1\frac{1}{2}$ " lo hizo a los 104 minutos. Esto muestra la significativa incidencia de una adecuada selección de diseños y materiales de protección pasiva contra el fuego.

Un agravante del siniestro fue el desprendimiento del revestimiento con el calor, dejando al descubierto el acero.

El sistema de rociadores de agua estaba operativo en un 100% y en parte permitió la evacuación de miles de personas, pero ningún sistema de rociadores se diseñó para una carga de fuego tan importante.

4. Protección de estructuras de acero: ignifugación

La protección por IGNIFUGACION de las estructuras metálicas puede realizarse de diversas formas: recubrimientos con hormigón armado, placas de fibrosilicatos, morteros proyectables, ladrillos y también con pinturas intumescentes. Algunos ocultan la estructura, mientras que otros preservan su estética, a la vez que otorgan un tiempo mayor de resistencia al fuego.



Típica estructura de acero (aquí: perfiles de alma llena), sin ignifugación

5. Estructuras de acero: ignifugación con pinturas intumescentes



Expansión de la pintura intumescente en un perfil de acero debido al efecto del calor

Los recubrimientos con pinturas intumescentes constituyen un sistema de protección pasiva.

Por efecto intumescente (expansión de la pintura), durante un lapso previsto de tiempo (en segundos), se genera una capa de espuma aislante alrededor de la estructura protegida que retarda la acción del calor del fuego. De este modo se evita el colapso temprano, permitiendo la evacuación de sus ocupantes y la intervención de los bomberos.

Algunas respuestas a inquietudes asociadas a las pinturas intumescentes:



Leza, Escribana
& Asociados S.A.
Consultores en Ingeniería
de Riesgos y Valuaciones

Perú 345 12º C
Buenos Aires
Argentina

www.lea.com.ar

info@lea.com.ar
tel: 4334.2514
(líneas rotativas)

Ingeniería e
inspección de riesgos

Programas
de prevención

Valuaciones

Ajustes y peritajes

Riesgos del trabajo

Control de daños
en automóviles

Pintura intumescente: la pintura intumescente (PI) aísla el sustrato (acero) de la fuente de calor por “efecto intumescente”.

Efecto intumescente: la película de PI se descompone química y físicamente a unos 250°C originando una barrera incombustible de espuma termo aislante, con 20 a 30 veces su espesor original que, por su baja conductividad térmica, retarda la propagación del calor del fuego existente. Beneficios:

- aísla el material sensible del calor
- aísla el oxígeno

Estos factores permiten que los perfiles metálicos con este tipo de aplicación no lleguen a la temperatura crítica de fluencia del acero (538°C) en un período de tiempo definido.

Duración del efecto intumescente: dependerá del tipo y espesor de las capas de PI aplicadas. Puede llegar a los 60 / 90 minutos, tiempo prudencial que permitirá una adecuada evacuación de los ocupantes de un edificio.

Elementos de acero a proteger: sólo deben protegerse aquellos elementos de acero que son estructurales. En láminas delgadas que forman parte de cerramientos (ej. Galvanizado, zinc, hojalata, etc) su aplicación no es efectiva.

Espesor adecuado: el espesor de PI a aplicar es una función que depende del factor de masividad* de cada elemento a proteger y del tiempo de retardo buscado y son distintos en cada fabricante.

* *Cociente entre el perímetro del perfil expuesto al fuego y el área de la sección transversal del perfil*

Espesor máximo: si bien es posible aplicar altos espesores de PI, en condiciones de incendio esto perjudicaría la efectividad de la protección contra el fuego porque, al expandirse la pintura, esta caería por su propio peso.

Legislación local: el Código de Edificación de la Ciudad de Buenos Aires dice, en el capítulo 4.12 (protección contra incendio): “*en la ejecución de estructuras de sostén y muros se emplearán materiales incombustibles, la albañilería, el hormigón, el hierro estructural y los materiales de propiedades análogas que acepte el Departamento Ejecutivo. El hierro estructural tendrá los revestimientos que corresponda a la carga de fuego*”. Se permite el uso de pinturas intumescentes para lo cual, en el Decreto 351/79, Anexo VII se establecen, en el capítulo XVIII, los tiempos de resistencia al fuego mínimos que deberán soportar dichas estructuras metálicas, en función del tipo de actividad y la carga de fuego. Estos tiempos van desde 30 minutos (baja carga de fuego/riesgo ordinario) hasta los 180 minutos (muy alta carga de fuego/riesgo inflamable o explosivo)**.

****IMPORTANTE:** *el Código de Edificación permite el uso de este tipo de pinturas, pero no indica cómo aplicarlas y/o las limitaciones en el uso de las mismas. A partir de la experiencia y consultados estándares internacionales como ser NFPA, “la protección con pinturas intumescentes no se debe aplicar en estructuras diseñadas para resistir al fuego sino hasta F 90”.*

Normas NFPA (National Fire Protection Association): recomendamos consultar la norma “*NFPA 251: Standard Methods of Tests of Fire Resistance of Building Construction and Material*” donde se podrá hallar información sobre usos, aplicaciones y respuestas de las pinturas intumescentes.



Leza, Escriña
& Asociados S.A.
Consultores en Ingeniería
de Riesgos y Valuaciones

Perú 345 12º C
Buenos Aires
Argentina

www.lea.com.ar

info@lea.com.ar
tel: 4334.2514
(líneas rotativas)

Ingeniería e
inspección de riesgos

Programas
de prevención

Valuaciones

Ajustes y peritajes

Riesgos del trabajo

Control de daños
en automóviles

Vidal útil de las PI: en Europa se garantizan entre 7 y 10 años cumpliendo con ciertas condiciones de instalación, lo que implica que periódicamente se deben revisar, por considerarse un producto de seguridad y perecedero. Dado que esta durabilidad es muy inferior a la vida útil del elemento estructural al que protege, es necesario revisarlas anualmente y darles mantenimiento con los mismos requisitos y calidad de la pintura especificada inicialmente en la obra, considerándose el espesor en condiciones de pintura seca.

Efectos de aplicar PI sobre materiales distintos al acero estructural: No debe utilizarse sobre otros materiales (ej. placas de yeso, cartón, fibrocementos, maderas, hormigón, cables eléctricos). No se logrará la resistencia al fuego del sustrato de acuerdo a ensayos realizados para elementos estructurales metálicos.

Tipos de PI: Las hay sobre la base de agua, que están más orientadas a ser utilizadas en recintos cerrados y de base solvente, orientadas a ser utilizadas en recintos abiertos.

Se puede distinguir visualmente la PI?: Visualmente es muy difícil, aunque la PI es más rugosa que las pinturas tradicionales. Con certeza, la forma de verificar si se trata de una PI es acercando un soplete a la estructura protegida, para ver su capacidad de intumescencia.

Terminación sobre una PI: No se deben aplicar pinturas epóxicas, esmaltes sintéticos, óleos, poliuretanos, pasta muros y otros de similares durezas. Cuando estos productos están totalmente curados o secos, su rigidez impide o retarda el efecto de intumescencia.

La pintura ignífuga es similar a la PI?: NO, no se debe confundir pintura intumescente con pintura ignífuga: una pintura de estas características no forma llama al carbonizarse, por lo tanto no contribuyen a la propagación del fuego, pero tampoco brindan aislamiento térmico. Son auto extinguidas cuando se aleja el foco de la llama. Son retardantes de fuego.

6. Asegurar la calidad y la aplicación de la pintura intumescente



Aplicación de pintura intumescente

El uso de materiales seguros y el análisis de riesgos que implica toda actividad o proceso permitirán obtener como resultado una combinación positiva de disposiciones que preserven la vida humana y sus bienes.

Elegir un material seguro no sólo significa que el mismo *cumpla* las normas internacionales existentes. Además es imprescindible que un laboratorio, autorizado e independiente, ensaye muestras de dicho producto en las condiciones que indica la norma, extendiendo un certificado que avale estas conclusiones.

Otro elemento importante a tener en cuenta es que el fabricante del producto deberá tener un Sistema de Gestión de Calidad, certificado por organismo



Leza, Escribana
& Asociados S.A.
Consultores en Ingeniería
de Riesgos y Valuaciones

Perú 345 12º C
Buenos Aires
Argentina

www.lea.com.ar

info@lea.com.ar
tel: 4334.2514
(líneas rotativas)

Ingeniería e
inspección de riesgos

Programas
de prevención

Valuaciones

Ajustes y peritajes

Riesgos del trabajo

Control de daños
en automóviles

competente, que asegure que las características del producto de las distintas partidas fabricadas se mantendrán y serán iguales a las del producto ensayado inicialmente.

La aplicación de la pintura intumescente deberá ser realizada por personal calificado. Los aplicadores deberán tener una capacitación comprobada y, en lo posible, certificada.

La limitación en el uso de los mismos queda sujeta a la efectividad en la implementación de los códigos de construcción de cada área y de los análisis de riesgos que realizan profesionales u organismos competentes para situaciones especiales.

7. Ensayos bajo Normas Internacionales

Existen organizaciones internacionales de prestigio que han desarrollado normas que regulan el comportamiento de materiales para los sistemas de protección pasiva contra fuego: British Standard (BS), Underwriters Laboratories (UL), International Standard Organization (ISO), American Society of Testing Materials (ASTM), NFPA (National Fire Protection Association). Algunas de las normas de dichas organizaciones relacionadas con el tema son:

- UL 263: Ensayos de resistencia al Fuego para estructuras bajo fuego celulósico.
- UL 1709: Ensayos de resistencia al Fuego para estructuras bajo fuego de hidrocarburos.
- BS 476: Ensayos de resistencia al Fuego para estructuras bajo fuego celulósico.
- BS 476: Ensayos de resistencia al Fuego para estructuras bajo fuego de hidrocarburos.
- ISO 834: Ensayos de resistencia al Fuego para estructuras bajo fuego celulósico.
- NFPA 251: Ensayos de resistencia al Fuego para estructuras bajo fuego celulósico.
- ASTM E-119: Ensayos de resistencia al Fuego para estructuras bajo fuego celulósico.
- ASTM E-84: Ensayos de Propagación de Fuego y Emisión de Humos.
- UL 723: Ensayos de Propagación de Fuego y Emisión de Humos.
- NFPA 255: Ensayos de Propagación de Fuego y Emisión de Humos.
- BS 476: Ensayos de Propagación de Fuego y Colaboración en el Incendio.

Fuentes Consultadas:

- Ing. Florencia Moñux - Stoncor S.A., Carboline Tech Helper www.stoncor.com.ar
- Ing. Guillermo Panelati – Stoncor SA
- American Petroleum Institute API Publication 2218
- HSB Industrial Risk Insurers
- Sintoplast S.A.
- Revista Técnica de la Construcción – Chile
- National Fire Protection Association
- NFPA Manual de protección contra incendios, 17ma. edición